e-ISSN (Online): 2790-3230

Caractérisation phytosociologique des zones humides de la plaine de l'Ogou

Phytosociological characterization of the wetlands of the Ogou plain

MABAFEI Abalo[1*], DIWEDIGA Badabate[1,2], FOLEGA Fousseni[1], WALA Kperkouma[1], AKPAGANA Koffi[1]

Résumé

Dans un contexte de changements climatiques couplés aux pressions anthropiques affectant négativement les ressources naturelles, ce travail est une contribution à la gestion durable des zones humides du Togo, particulièrement celles de la plaine de l'Ogou. Il a été question d'évaluer la biodiversité qu'hébergent ces zones, d'identifier les divers groupements qui les constituent, et de déterminer les facteurs écologiques qui expliquent leur répartition. Les données d'inventaires floristiques et forestiers réalisés dans des placettes de diverses tailles en fonction des types de végétation ont été saisies dans un tableur Excel et soumis à des analyses multivariées grâce au logiciel CAP (Community Analysis Package). Au total, 314 espèces appartenant à 233 genres et 63 familles ont été identifiées, avec un coefficient générique global de 73,97%, soit environ 1,35 espèces par genre en moyenne. Les familles les plus représentées sont les poaceae, les Leguminosae-Papilionoideae, les Malvaceae, et les Asteraceae. Six groupements dont trois indépendants ont été identifiés : forêts galeries ou marécageuses à *Antiaris africana*, et *Elaeis guineensis*, plans d'eau à *Abrus canescens* et *Ipomoea mauritiana*, plans d'eau à *Polygonum senegalensis* et *Leersia hexandra*, savanes arborées ou arbustives inondables à *Pseudocedrela kotschyi* et *Terminalia avicennioides*, terres agricoles saisonnièrement inondées à *Ludwigia deccurens* et *Eragrostis tremula*, ainsi que des prairies inondables et sablières à *Brachiara jubata* et *Sporobolus pyramidalis*. Ces individualisations floristiques s'expliquent par 6 facteurs (submersion, texture du sol, topographie, connectivité hydrologique, accessibilité, anthropisation). Les indices de Shannon et d'équitabilité de Pielou variant respectivement de 3,34 à 5,58, et de 0,63 à 0,74, révèlent une importante biodiversité dont les abondances sont plus ou moins équitablement réparties entre les espèces. Ces espèces sont essentiellement caractéristiques de la zone de transition Guinéo-congolais-Soudano-zambézienne. Les structures et les paramètres dendrométriques révèlent des formations fortement anthropisées, avec néanmoins une bonne régénération. D'importants efforts de restauration doivent être faits dans le processus de gestion des zones humides de la plaine de l'Ogou afin de pérenniser cette importante biodiversité qu'elles hébergent.

Mots clés : Zones humides, Biodiversité, Ecologie, Bassin de l'Ogou, Togo

Abstract

In a context of climate change coupled with anthropogenic pressures that negatively affect natural resources, and wetlands in particular, this work is a contribution to the sustainable management of Togo's wetlands, particularly those of the plain of Ogou. Essentially, it aims to assess the biodiversity of these wetlands, identify floristics groups that constitute them, and determining the ecological factors that explain their spatial distribution. To do so, floristic, forest and ecological inventories were carried out in plots of various sizes depending on the types of vegetation encountered. These data were entered into an Excel 2013 spreadsheet and were subjected to multivariate analyzes using CAP (Community Analysis Package) software, which made it possible to characterize the ecosystems of these wetlands. A total of 314 species

[1] Université de Lomé • Département de Botanique/ Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, 01BP1515
[2] UNEP-IEMP, Institute of Geographical Science and Natural Resources Research, The University of Chinese Academy of Science (CAS), 11A Datun Road, Beijing, China
[*]**Auteur correspondant :** e-mail : mabafeiabalo75@gmail.com ; Tel. : +228 92933315 / +228 99063459

belonging to 233 genera and 63 families have been identified, with an overall generic coefficient of 73.97%, or 1.35 species per genus on average. The most represented families are the poaceae, Leguminosae-Papilionoideae, Malvaceae, and Asteraceae. Six floristic groups, including 3 independent ones, have been identified: forests peatlands of *Antiaris africana*, and *Elaeis guineensis*, water bodies of *Abrus canescens* and *Ipomoea mauritiana*, water bodies of *Polygonum senegalensis* and *Leersia hexandra*, trees or shrubs wetlands of *Pseudocedrela kotschyi* and *Terminalia avicennioides*, seasonally flooded agricultural lands of *Ludwigia deccurens* and *Eragrostis tremula*, as well as non-forest peatlands and flooded sand pits of *Brachiara jubata* and *Sporobolus pyramidalis*. These floristic individualizations are mainly explained by six factors (submersion, soil texture, topography, connectivity to rivers, accessibility, and anthropization). Shannon indice are ranged from 3.34 to 5.58, with Piélou fairness values ranging from 0.63 to 0.74. These results indicate that these floristic groups are full of a significant

floristic diversity with relative equitable distribution of abundances between species. In addition, it appears that the species are essentially characteristic of the Guineo-Congolese-Sudano-Zambezian transition zone. The dendrometric structures and parameters reveal strongly anthropized woodlands, with good regeneration. Significant restoration efforts must be done in the wetlands management process of Ogou plain in order to sustain this important biodiversity that it shelters.

Keywords: Wetlands, Biodiversity, Ecology, Ogou watershed area, Togo

1. Introduction

Les zones humides regroupent les milieux aquatiques et les milieux situés à l'interface entre ces milieux aquatiques et les milieux terrestres, avec un engorgement temporaire ou permanent en eau (Ramsar, 1971). Quoique les plus productifs des écosystèmes terrestres (Baaziz *et al.*, 2011), l'équilibre écologique de ces écosystèmes particuliers est si fragile que l'atteinte à l'intégrité d'un seul facteur écologique déterminant leur existence peut entraîner la disparition de plusieurs espèces, au rang desquelles on note souvent beaucoup d'espèces endémiques (Baaziz *et al.*, 2011; Gautam *et al.*, 2015; Ranarijaona, 2007). Malheureusement, ces zones humides ont été longtemps considérées comme des zones insalubres ou non rentables, entrainant leur assèchement dans plusieurs endroits à l'échelle mondiale (Dournel & Sajaloli, 2012). Cette dégradation est aussi due aux diverses activités anthropiques qui s'y déroulent, notamment la pêche, l'agriculture, l'élevage, la chasse, l'extractivisme, l'urbanisation, ainsi que la pollution qui en résulte (Aimée *et al.*, 2018; Bouleknafet & Derradji, 2017; Badabaté Diwediga *et al.*, 2012; Ghrabi-Gammar *et al.*, 2009; Hounto *et al.*, 2019; Ranarijaona, 2007). A toutes ces pressions viennent s'ajouter les changements climatiques qui accroissent la vulnérabilité et augmentent la vitesse de disparition de ces zones humides par l'entremise de l'irrégularité pluviométrique et de l'augmentation des températures qui accroît l'évaporation de l'eau et par conséquent affecte négativement les zones humides (Aimée *et al.*, 2018; Badjana *et al.*, 2011; Ndao, 2012). Néanmoins avec la prise de conscience récente de leur importance, on note un regain d'intérêt de leur étude afin de mieux les protéger et de tirer profit des diverses services écosystémiques et socio-économiques qu'elles rendent à l'humanité sans toutefois compromettre leur intégrité écologique (Duvail *et al.*, 2001; Ndao, 2012). Or, la résilience des zones humides dépendant fortement des facteurs biotiques et abiotiques qui y règnent, il devient alors crucial de faire une caractérisation phytosociologique et écologique des formations végétales qu'elles hébergent. Ceci permettra de mieux comprendre les facteurs qui sous-tendent la répartition spatiale et la pérennité de ces écosystèmes dont l'équilibre est de plus en plus menacé.

Au Togo, à l'exemple des autres pays de l'Afrique de l'Ouest où les populations dépendent beaucoup des ressources naturelles pour leur survie, les zones humides ne sont pas à l'abris des pressions anthropiques (Amegnaglo *et al.*, 2018; Badabate Diwediga *et al.*, 2017; Badabaté Diwediga *et al.*, 2012), elles sont beaucoup sollicitées pour les activités agricoles, notamment l'agriculture de contre-saison, l'élevage, la pêche, la chasse, la collecte de bois-énergie, de bois d'œuvre et de PFNL (Produits Forestiers Non

Ligneux). A toutes ces pressions viennent s'ajouter les effets néfastes de changements climatiques, ainsi qu'une quasi-inexistence d'un cadre juridique réglementaire cohérent de la gestion des zones humides, une multiplicité d'acteurs de gestion des ressources naturelles mal coordonnés, aboutissant à une accélération de la dégradation des ressources naturelles en général, et des zones humides en particulier (MERF, 2017). Par ailleurs, les données concernant les zones humides, notamment leur richesse floristique et leur caractérisation, sont rares et obsolètes, les rares études ayant porté sur ces zones sont celles de Guyot *et al.* (1994), Afidégnon (1999), Fousseni *et al.* (2017), et Adjonou *et al.* (2019) essentiellement dans la zone côtière, et les travaux de Dimobe *et al.* (2012), Polo-Akpisso *et al.* (2018), Polo-Akpisso *et al.* (2019), et (Folega *et al.*, 2012) qui ont effleuré indirectement les zones humides dans la plaine de l'Oti. Les zones humides de la plaine centrale du Togo sont donc mal connues alors même qu'elle est parcourue par la plus grande partie du fleuve Mono et de ses affluents dont l'influence alliée aux faibles pentes y favorise l'occurrence d'une diversité de zones humides hébergeant une diversité floristique non négligeable variant au gré des divers facteurs écologiques qui sous-tendent leur répartition spatiale. Quelle est la diversité biologique qu'hébergent les zones humides de la plaine de l'Ogou aussi bien à l'échelle spécifique qu'à l'échelle écosystémique ? Quelles sont les groupements phytosociologiques qui s'individualisent à l'échelle du paysage ? Et quelles sont les facteurs écologiques à même d'expliquer ces individualisations ? Telles sont les questions qui ont guidé ces travaux de recherches dont l'objectif général est de contribuer à la gestion durable des écosystèmes de zones humides de la plaine de l'Ogou. Plus spécifiquement, il a été question de (1) déterminer la diversité floristique des formations végétales des zones humides de la plaine de l'Ogou, (2) caractériser les différents groupements floristiques qu'hébergent ces zones humides, et (3) identifier les facteurs écologiques qui déterminent leurs répartitions spatiales.

2. Méthodes

- Zone d'étude

La zone d'étude s'étend majoritairement sur le bassin de l'Ogou qui couvre essentiellement les préfectures de Tchamba et de l'Est-Mono. Cette zone se situe entre les longitudes 1°23'et 1°65' Est et les latitudes 7°85'et 9°25'Nord (Figure 1). L'approche utilisée dans le présent travail étant essentiellement paysagère, un certain nombre de règles ont été respectées dans la circonscription de la zone d'étude. En effet, étant donné que les phénomènes écologiques échappent aux frontières administratives et autres frontières artificielles, une zone tampon de 5 km a été définie autour du contour du bassin de l'Ogou en vue d'inclure certaines unités d'occupations (notamment les grandes villes à la périphérie du bassin hydrographique) et entités écologiques susceptibles d'avoir une influence directe ou indirecte sur les zones humides dudit bassin, tout en excluant la partie béninoise de la zone tampon. Le climat qui y règne est de de type guinéo-soudanien à deux saisons : une saison pluvieuse allant de mai à octobre et une longue saison sèche de novembre à avril. Les précipitations annuelles y varient de 1400 à 1500 mm/an. Le relief est plus ou moins accidenté, caractéristique de la plaine centrale du Togo, située en zone écologique III (Ern, 1979). Il présente un paysage en interfluve reposant sur le socle cristallin granito-gneissique de l'unité structurale de la plaine bénino-togolaise (Lévêque, 1979). Les altitudes sont comprises entre 0 et 138 m, avec quelques inselbergs émergeant dans la partie Sud-Est. Les pentes relativement faibles y ont favorisé une importante irrigation de la zone par la rivière Ogou et ses affluents, ainsi qu'une diversité de zones humides. La végétation est constituée de forêts galeries généralement contiguës aux reliques de forêts denses sèches (Adjonou *et al.*, 2010; Pereki *et al.*, 2013), des savanes boisées, des savanes arborées ou arbustives, des savanes herbeuses (Akpagana & Bouehet, 1994), des plantations, ainsi qu'une mosaïque de champs et jachères. Les sols de cette zone sont principalement ferralitiques, ferrugineux tropicaux et des vertisols ou sols hydromorphes (se rencontrant majoritairement le long des cours d'eau et au niveau des bas-fonds). La population locale est constituée d'autochtones (les Tchamba et Ifê ou Ana) auxquels s'ajoutent les Tem, Kabyè, Losso et d'autres minorités ethniques. L'agriculture et l'élevage constituent les principales activités économiques de la zone.

e-ISSN (Online): 2790-3230

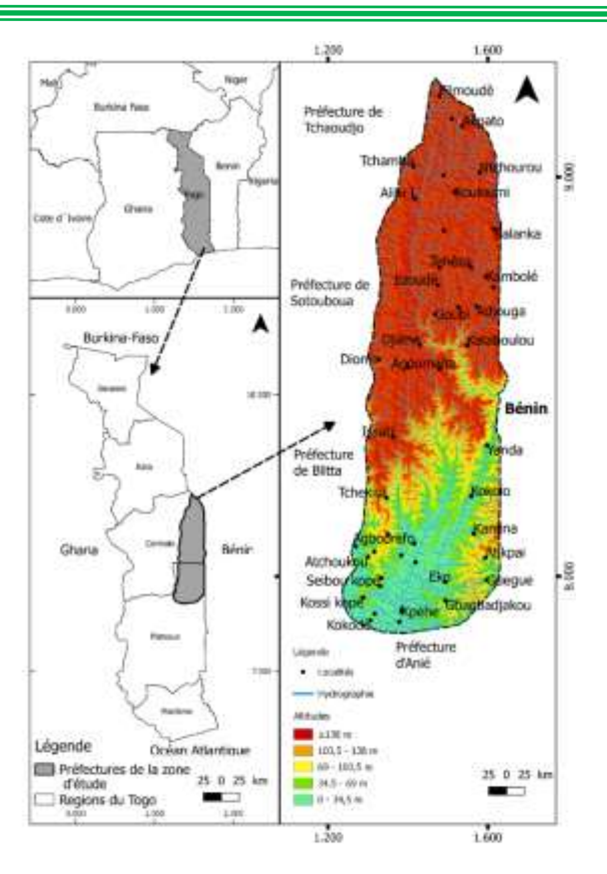


Figure 1: Carte de la zone d'étude

- Collecte de données

L'approche utilisée pour la collecte de données a été essentiellement phytosociologique. Elle a consisté à faire des inventaires floristiques, forestiers et écologiques dans des placettes de taille variable en fonction des types de formations végétales, et suivant des transects allant des zones à hydromorphie permanente vers des zones à hydromorphie temporaire (tableau 1). La nomenclature suivie est celle de Brunel *et al.* (1984) et de Hutchinson and Dalziel (1958). L'inventaire forestier a concerné essentiellement les formations végétales boisées, dans des placettes contigües de 10 × 10 m au niveau des savanes arborées ou arbustives inondables, 20 × 20 m (équidistantes de 10 m) au niveau des fourrés ou forêts marécageuses, 50m × 10 m (équidistantes de 100m) au niveau des forêts galeries, et 50 × 50 m (équidistantes de 100 m) au niveau des terres agricoles saisonnièrement inondées (champs/jachères/bas-fonds cultivés/rizières) (Kouame, 2009; Thiombiano *et al.*, 2016). Dans ces formations végétales, l'inventaire floristique des herbacées a été effectuée dans des sous-placettes installées au sein des placettes de ligneux, de superficie plus réduite (10 × 10 m) en raison de leur plus grande sensibilité aux variations des facteurs stationnels. Dans chaque placette, toutes les espèces ont été inventoriées et chacune d'entre elle a été affectée d'un coefficient d'abondance-dominance (+, 1, 2, 3,4 et 5) suivant la méthode sigmatiste de Braun-blanquet (Braun-Blanquet, 1932). Les paramètres dendrométriques (diamètre et hauteur totale) des individus ligneux ayant un DBH (diamètre à 1,30 m du sol) ≥ 10 cm ont été pris. Les individus de DBH < 10 cm ont été comptés dans des sous-placettes de 5×5 m en les considérant dans deux classes de régénération : classe 1 ou semis (DBH < 5cm) et classe 2 ou recrûs (5cm ≤ DBH < 10 cm). Quant aux formations herbeuses (plans d'eau et prairies inondables), elles ont fait essentiellement objet d'inventaire floristique dans des placettes contigües de 5 × 5 m. Concomitamment à ces inventaires, un relevé écologique a été fait en prenant en compte des paramètres stationnels jugés pertinents pour la présente étude : topographie, connectivité hydrologique, texture du sol, hydromorphie, types et densité des formations végétales, accessibilité, degré d'anthropisation (tableau 2).

e-ISSN (Online): 2790-3230

Tableau 1: Description de l'implantation des placettes

Types d'inventaires	Types de formations végétales	Taille des placettes	Disposition	Illustration
Inventaire forestier et floristique des ligneux	Mares/Barrages/Etangs/Sablières/ Savanes herbeuses inondables	5mX5m ($25m^2$)	Contigües le long des transects allant du plan d'eau vers la zone à hydromorphie temporaire	
	Fourrés/Savanes boisées/arborées/arbustives	10mX10m ($100m^2$)	Contigües le long des transects	
	Forêts marécageuses	20mX20m ($400m^2$)	Equidistantes de 10m le long des transects allant de la zone permanemment submergée vers la zone à hydromorphie temporaire	
	Forêt galerie	50mX10m ($500m^2$)	Equidistantes de 100m le long des transects et parallèles à la rivière ou centrée sur elle	
	Terres agricoles saisonnièrement inondées (Champs/jachères/Bas-fonds cultivés/rizières)	50mX50m ($2500m^2$)	Equidistantes de 100m le long des transects	
Régénération	Tous les types de formations végétales	5mX5m ($25m^2$)	Au sein des placettes de ligneux : 3 placettes au maximum suivant la diagonale	
Inventaire Floristique des herbacées	Tous les types de formations végétales	5mX5m ($25m^2$) ou 10mX10m ($100m^2$) selon le type de formation végétale	Au sein des placettes de ligneux : leur nombre varie en fonction de l'hétérogénéité du site et de la taille de la placette	ou ou

Tableau 2: Critères de caractérisation

Types de facteurs	Facteurs
Facteurs écologiques	Connectivité hydrologique, Topographie, Degré de submersion, Temps de submersion, Texture du sol, Type de formation végétale, Densité des formations végétales
Facteurs anthropiques	Accessibilité, Degré d'anthropisation

- Traitement de données

e-ISSN (Online): 2790-3230

Les données floristiques collectées ont été saisies dans un tableur Excel et soumis aux traitements statistiques.

- Détermination des gradients écologiques

La mise en évidence de la distribution des espèces en fonction des gradients environnementaux a été faite grâce à une ordination des données floristiques effectuées à partir d'une analyse en composantes principales (ACP) à l'aide du logiciel CAP (Community Analysis Package) sur une matrice de données « espèces × relevés » ayant subi une transformation logarithmique au préalable. Cette transformation communément utilisée a pour but de réduire l'échelle des valeurs pour les espèces abondantes, de sorte qu'elles ne noient pas les autres données (Grall & Coïc, 2006).

- Typologie et caractérisation des groupements floristiques

Une classification ascendante hiérarchique (CAH) suivant la méthode de Ward (Ward Jr, 1963) a été réalisée à l'aide du logiciel CAP en vue de discriminer et de caractériser les différents groupements floristiques. La méthode IndVal de Dufrêne and Legendre (1997) a permis de déterminer les espèces indicatrices de chaque groupement végétal. La valeur indicatrice (IVij) de toutes les espèces a été calculée, et chaque groupement végétal a été nommée par les deux espèces présentant les plus fortes valeurs indicatrices. Cette valeur indicatrice a été calculée en utilisant la formule suivante :

$IVij = Aij \times Bij \times 100$, avec Aij l'abondance relative des espèces i dans le groupement j, et Bij la fréquence relative de l'espèce i dans le groupement j

$A_{ij} = \frac{\overline{x}_{ij}}{\sum_j \overline{x}_{i.}}$ et $B_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{.j}}$ (Dufrêne & Legendre, 1997; McCune *et al.*, 2002)

$\overline{x}_{ij}$ étant le recouvrement moyen de l'espèce i dans le groupement j, $\sum_j \overline{x}_{i.}$ la somme des recouvrements moyens des espèces i dans tous les groupements, $n_{.j}$ le nombre de relevés du groupement j occupé par l'espèce i, et n_{ij} le nombre total de relevés dans le groupement j. Les espèces ayant une valeur indicatrice IV_{ij} > 25% ont été considérées comme caractéristiques du groupement où leur IV_{ij} atteint une valeur maximale (Dufrêne & Legendre, 1997).

Les principaux types biologiques ont été distingués selon les travaux de (Raunkiaer, 1934) basés sur l'adaptation des bourgeons terminaux des végétaux lors de la mauvaise saison. Quant aux types de distribution phytogéographique, ils ont été établis en se basant sur les grandes subdivisions chorologiques de (White, 1986).

Afin de mieux caractériser l'originalité du patrimoine floristique des différents groupements, la richesse spécifique a été calculée globalement, puis abordée à 4 niveaux suivant les groupements discriminés (Jaccard, 1929; Vanpeene-Bruhier *et al.*, 1998) :

- la richesse globale (Rg) par groupement floristique comme étant le nombre total d'espèces différentes que regorge un type de groupement,

- la richesse originale (Ro) d'un groupement floristique comme étant le nombre d'espèces présentes uniquement dans ce type de groupement et pas dans les autres,

- le fonds commun d'espèces (Fc) correspondant au nombre d'espèces présentes simultanément dans tous les types de groupements discriminés,

- le coefficient générique défini comme le rapport évalué en % du nombre de genres au nombre d'espèces et utilisé souvent comme moyen de comparaison capable d'exprimer la diversité des conditions écologiques offertes à la végétation (Jaccard, 1929).

Par ailleurs, la similitude floristique entre les différents groupements discriminés a été évaluée par l'indice de Sorensen (K) calculé selon la formule suivante :

$K = 2 \times \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{A+B}} \times 100$ (Looman & Campbell, 1960; Sorensen, 1948)

C étant le nombre d'espèces communes aux deux formations végétales A et B ; A le nombre total d'espèces de la formation végétale A, et B le nombre total d'espèces de la formation végétale B.

Lorsque le coefficient de Sorensen a une valeur ≥ 50%, les formations sont floristiquement similaires. Dans le cas échéant, les formations sont indépendantes les unes des autres.

La fréquence relative (Fr), l'indice de diversité de Shannon (H'), et l'équitabilité de Pielou (E) (Kent & Coker, 1992; Magurran, 1988), indices très utilisées pour l'étude de la diversité de la végétation tropicale, ont été calculées avec les formules suivantes :

- **Fréquence relative :**

$$Fr = \frac{N_i}{N} \times 100$$

N_i = nombre de relevés dans lesquels est présente l'espèce i, *N* = nombre total de relevés ;

- **Indices de Shannon :**

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} \mathrm{Pi} \log_2 \mathrm{Pi}$$

Pi étant le poids de l'espèce i dans la formation végétale, c'est-à-dire le rapport entre le recouvrement moyen de l'espèce i et le recouvrement total de toutes les espèces de la formation végétale ;

- **Equitabilité de Pielou :**

$$E = \frac{H'}{H'max} = -\frac{\sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{S}} \mathrm{Pi} \log_2 \mathrm{Pi}}{\log_2(S)}$$

H'max étant la diversité spécifique maximale de Shannon, et S le nombre d'espèces ;

Pour rendre compte de la structure démographique des ligneux, la distribution des individus par classe de diamètre et de hauteur a été effectuée en utilisant la distribution de Weibull pour représenter la structure des peuplements.

Les paramètres dendrométriques telles que la densité des tiges à l'hectare, les taux de régénération et de recrutement, la hauteur moyenne, le diamètre moyen et la surface terrière ont été aussi calculés pour chaque formation végétale boisée avec les formules suivantes :

- **Densité (D) :**

$$D = \frac{n}{S}$$

n étant le nombre de pieds mesurés, et *S* la surface totale des relevés rapportée à l'hectare ;

- **Surface terrière (*G*) :**

$$G = \frac{\pi}{4S}\sum_{i=1}^{n} di^2$$

di étant le diamètre en m à 1,30 m du sol de l'arbre i, et S la surface d'une placette ;

- **Diamètre moyen Dm (en cm) :**

$$Dm = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} di^2\right)^{1/2}$$

n étant le nombre de pieds et *di* le diamètre à 1,30 m de l'arbre *i* ;

- **Hauteur moyenne de Lorey (H_L) :**

$H_L = \frac{\sum_{i=1}^{n} g_i h_i}{\sum_{i=1}^{n} g_i}$ avec (gi, la surface terrière de l'arbre i) = $\pi/4di^2$ et hi la hauteur de l'arbre *i* ;

- Taux de régénération T(x) :

$$T(x) = \frac{n}{N+n} \times 100$$

n étant le nombre de rejets, et N le nombre de semenciers ;

- **Taux de recrutement T(r) :**

$$T(r) = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \times 100$$

n_1 étant le nombre de rejets de classe 1 (semis) et n_2 le nombre de rejets de classe 2 (recrûs).

3. Résultats

❖ Composition floristique

L'inventaire floristique de 145 relevés a permis de recenser au total 314 espèces appartenant à 233 genres et 63 familles, avec un coefficient générique global de 73,97%, soit 1,35 espèces par genre en moyenne. La famille la plus représentée est celle des poaceae avec 36 espèces, suivie des Leguminosae-Papilionoideae (23 espèces), Malvaceae (22 espèces), Asteraceae et Rubiaceae (18 espèces chacune), Leguminosae-Caesalpinioideae (17 espèces), Euphorbiaceae (16 espèces), Moraceae (13 espèces), Combretaceae (12 espèces), Leguminosae-Mimosoideae (10 espèces) et les autres familles qui regroupent un total de 129 espèces (figure 3). La courbe rang-fréquence des espèces suit une tendance logarithmique avec un coefficient de corrélation très élevé (0,97) (figure 2). Les espèces les plus fréquentes sont : *Nauclea latifolia* (37,93%), *Chromolaena odorata* (25,52%), *Cyperus iria* (24,83%), *Piliostigma thonningii* (22,76%), *Hyparrhenia rufa* (22,07%), *Ludwigia deccurens* (20%), et *Nelsonia canescens* (20%).

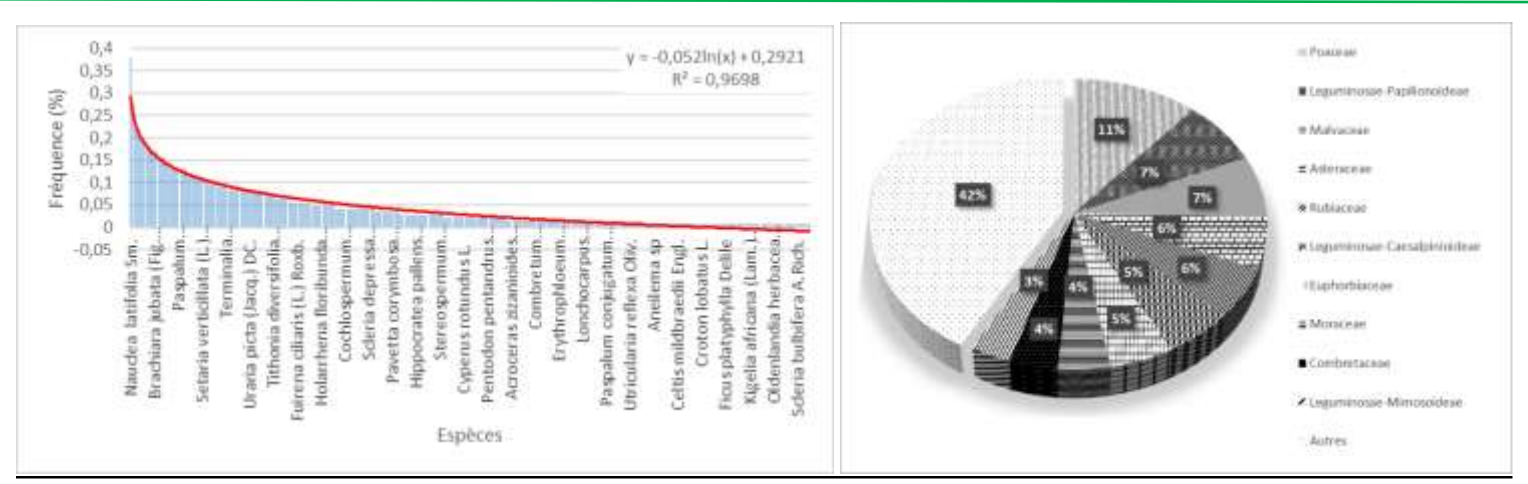


Figure 2: Courbe rang-fréquence des espèces

Figure 3: Spectre des familles

❖ **Détermination des gradients environnementaux**

L'ordination des relevés a permis de discriminer 6 groupes de relevés suivant les 2 principaux axes traduisant des gradients environnementaux avec une inertie totale de 17,35% (figures 4 et 5).

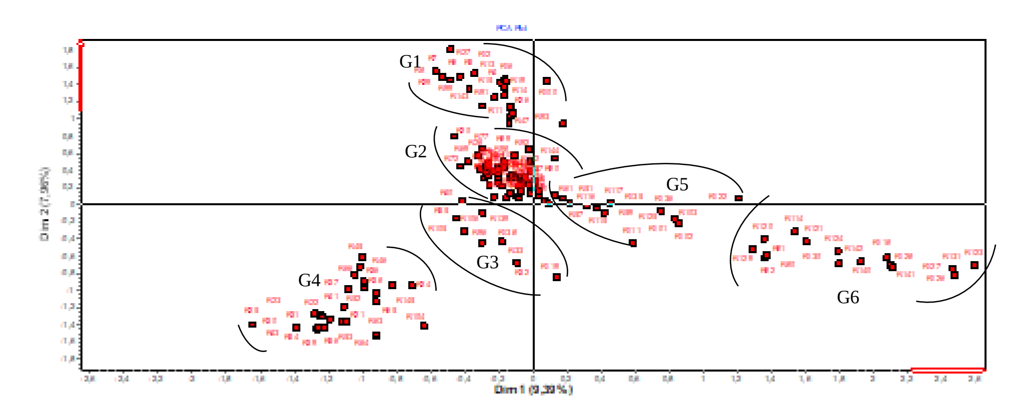


Figure 4: Ordination des relevés en composantes principales (ACP)

e-ISSN (Online): 2790-3230

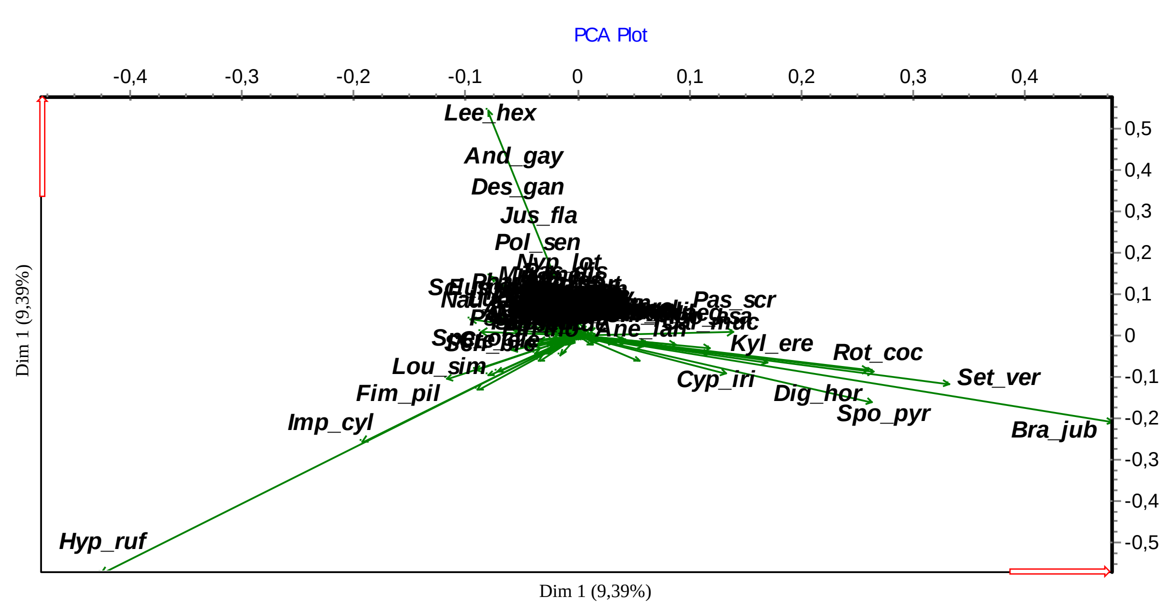


Figure 5: Distribution des espèces le long des gradients environnementaux

N.B : ***Hyp_ruf =*** *Hyparrhenia rufa ;* ***Imp_Cyl =*** *Imperata cylindrica ;* ***Fim_Pil =*** *Fimbristylis pillosa ;* ***Lou_simpl =*** *Loudetia simplex ;* ***Lee_hex =*** *Leersia hexandra ;* ***And_gay =*** *Andropogon gayanus ;* ***Des_gan =*** *Desmodium gangeticum ;* ***Jus_fla =*** *Justicia flava ;* ***Pol_sen =*** *Polygonum senegalensis ;* ***Nyp_lot =*** *Nymphaea lotus ;* ***Pas_scr =*** *Paspalum scrobiculatum ;* ***Kyl_ere =*** *Kyllenga erecta ;* ***Cyp_iri =*** *Cyperus iria ;* ***Dig_hor =*** *Digitaria horizontalis ;* ***Rot_coc =*** *Rottboellia cochinchinensis ;* ***Spo_pyr =*** *Sporobolus pyramidalis ;* ***Set_ver =*** *Setaria verticillata ;* ***Bra_jub =*** *Brachiara jubata.*

L'axe 1, d'une inertie de 9,39% traduit des gradients d'accessibilité, d'anthropisation, et de texture du sol croissantes, doublés d'un gradient de connectivité aux cours d'eau décroissante. Cet axe oppose les espèces se développant sur un substrat de texture fine (*Hyparrhenia rufa, Imperata cylindrica, Loudetia simplex, Setaria sphacelata, Spermacocea octodon, Fimbristylis pilosa, Nauclea latifolia,* et *Leersia hexandra)* à celles se développant sur un substrat de texture plus ou moins grossière (*Brachiara jubata, Setaria verticillata, Rottboellia cochinchinensis, Sporobolus pyramidalis, Digitaria horizontalis, Kyllinga erecta, Paspalum scrobiculatum,* et *Cyperus iria* (figure 5)*.* Les formations végétales discriminées le long de cet axe sont les suivantes :

- Formations végétales difficiles d'accès (situées à plus de 3km des habitations), moins anthropisées, connectées aux cours d'eau, sur sols généralement argilo-limoneux (G4). Ce groupe est constitué de prairies inondables et de savanes arbustives inondables, avec présence de quelques indices de prélèvement de bois de feu.
- Formations végétales moyennement accessibles (1-3 km des habitations), moyennement perturbées par les activités humaines, souvent connectées aux cours d'eau, sur sols généralement sablo-limoneux (G1, G2, G3). Ce groupe est constitué de barrages, mares ou étangs naturels, prairies inondables, forêts galeries ou marécageuses, et de savanes arborées ou arbustives inondables. On y note souvent le passage de feux, et le prélèvement de bois d'œuvre et bois-énergie.
- Formations végétales très accessibles (moins de 1km des habitations), fortement perturbées, souvent isolées des cours d'eau, sur sols sablo-argileux à sablonneux (G5 et G6). Ce groupe est constitué de terres agricoles saisonnièrement inondées, sablières, et de prairies inondables,

fortement perturbées par les cultures, le passage de feux et d'animaux (pâturage), le prélèvement de bois de feu, et l'extraction du sable.

L'axe 2, d'une inertie de 7,96% traduit un gradient topographique décroissant doublé d'un gradient de submersion croissante : formations végétales de plaines, submergées essentiellement en saison pluvieuse (G4) ; formations végétales de légères dépressions ou de bas-fonds, submergées une partie de la saison sèche (G3, G6, G5), et formations végétales d'importantes dépressions ou de ravins, permanemment submergées (G1, G2). Cet axe oppose les espèces se développant en plaines temporairement inondables (*Hyparrhenia rufa, Imperata cylindrica, Brachiara jubata, Sporobolus pyramidalis, Fimbristylis pilosa, Setaria verticillata, Loudetia simplex, Schizachyrium brevifolium, Cyperus iria,* et *Ctenium elegans*) aux espèces se développant dans les bas-fonds ou dépressions permanemment submergées (*Leersia hexandra, Andropogon gayanus, Desmodium gangeticum, Justicia flava, Polygonum senegalensis, Nyphaea lotus, Paspalum distichum, Mitragyna inermis, et Hyparrhenia hirta*) (figure 5).

Par ailleurs, deux autres axes (axes 3 et 4) traduisent respectivement le gradient de densité des formations végétales, et le gradient de connectivité hydrologique, avec des inerties respectives de 5,26% et 4,66%.

❖ **Typologie et caractérisation des groupements**

La classification ascendante hiérarchique (figure 6) a discriminé les relevés d'abord en 2 grands groupes de formations végétales : le grand groupe des formations végétales permanemment inondées (GI) et celui des formations végétales temporairement inondées (GII). Chacun de ces groupes s'est ensuite discriminé en 3 groupements floristiques. En tenant compte des espèces caractéristiques (tableau 3), il s'agit de :

- GIa : Forêts galeries ou marécageuses à *Antiaris africana* et *Elaeïs guineensis* (planche 1 a, b, c et 2a).

Il s'agit de formations végétales à dominance arborée se retrouvant généralement le long des cours d'eau ou dans les bras morts de certains cours d'eau, ainsi que dans certaines dépressions. Les autres espèces caractéristiques de ce groupement sont : *Malacantha alnifolia* (IV = 36,36), *Chromolaena odorata* (une espèce envahissante) (34,87), *Phaulopsis sp.* (30,45), *Diospyros mespiliformis* (30,30), *Cola gigantea* (29,05), *Lecaniodiscus cupanioides* (27,27), et *Macrosphyra longistyla* (27,27).

- GIb : Mares ou étangs naturels à *Abrus canescens* et *Ipomoea mauritiana* (planche 1d)

Il s'agit de formations végétales à dominance herbeuse se retrouvant souvent dans des dépressions des lits majeurs de certains cours d'eau auxquels elles sont plus ou moins connectées, et qui les alimentent en eau en période de crues. On les retrouve aussi dans des plaines inondables ou de petites dépressions isolées lorsqu'il existe une nappe phréatique sous-jacente proche de la surface. Les autres espèces caractéristiques de ce groupement sont : *Justicia flava* (34,86) et *Ipomoea acanthocarpa* (30).

- GIc : Barrages, mares ou étangs naturels, et retenus d'eau à *Polygonum senegalensis* et *Leersia hexandra* (planche 2b)

Il s'agit de formations végétales à dominance herbeuse, naturelles (mares ou étangs naturels) situées souvent dans des endroits similaires à celles du groupement GIb, ou des formations végétales herbeuses d'origine anthropique nées en faveur d'un élargissement ou dragage d'une mare ou étang naturel, ou encore en faveur d'une dépression créée à dessein (approvisionnement en eau, maraîchage ou cultures irriguées, abreuvage des animaux) pour recueillir des eaux de ruissèlement (barrages, retenus d'eau).

- GIIa : Savanes arborées ou arbustives inondables à *Pseudocedrela kotschyi* et *Terminalia avicennioides* (planche 1e et 1f)

Il s'agit de formations végétales mixtes (boisées et herbeuses), naturelles, situées généralement dans des plaines temporairement inondables, connectées ou non aux cours d'eau, avec des degrés de submersion variables en fonction de la nature du substrat, de la permanence des cours d'eau auxquels elles sont connectées, ou encore selon qu'il y a existence ou pas d'une nappe phréatique sous-jacente proche de la

surface. Les autres espèces caractéristiques de ce groupement sont : *Piliostigma thonningii* (33,98) et *Terminalia macroptera* (25,58).

- GIIb : Terres agricoles saisonnièrement inondées, et prairies inondables à *Ludwigia deccurens* et *Eragrostis tremula* (planche 2d)

Il s'agit de formations végétales mixtes d'origine humaine (champs et jachères saisonnièrement inondées), et des formations végétales naturelles à dominance herbeuse (prairies inondables) situées généralement dans des bas-fonds ou plaines inondables connectés ou non aux cours d'eau. Les autres espèces caractéristiques de ce groupement sont : *Nauclea latifolia* (40,57) et *Hyparrhenia rufa* (28,66).

- GIIc : Prairies inondables et sablières à *Brachiara jubata* et *Sporobolus pyramidalis* (planches 1c, 2c, 2e, et 2f)

Il s'agit de formations végétales naturelles (prairies inondables) ou d'origine humaine (sablières), à dominance herbeuse, situées généralement dans des bas-fonds ou plaines inondables, ou nées en faveur d'une dépression artificielle due à l'extraction du sable. L'autre espèce caractéristique de ce groupement est *Kyllinga erecta* (28).

Les valeurs de l'indice de similarité de Sorensen varient de 10,99 à 56,22 (tableau 4) et révèlent une similitude floristique entre les groupements floristiques GIc et GIIb d'une part (K= 50,39%), avec un fonds commun de 65 espèces, et les groupements GIIa et GIIb d'autre part (K= 56,22%), avec un fonds commun de 70 espèces.

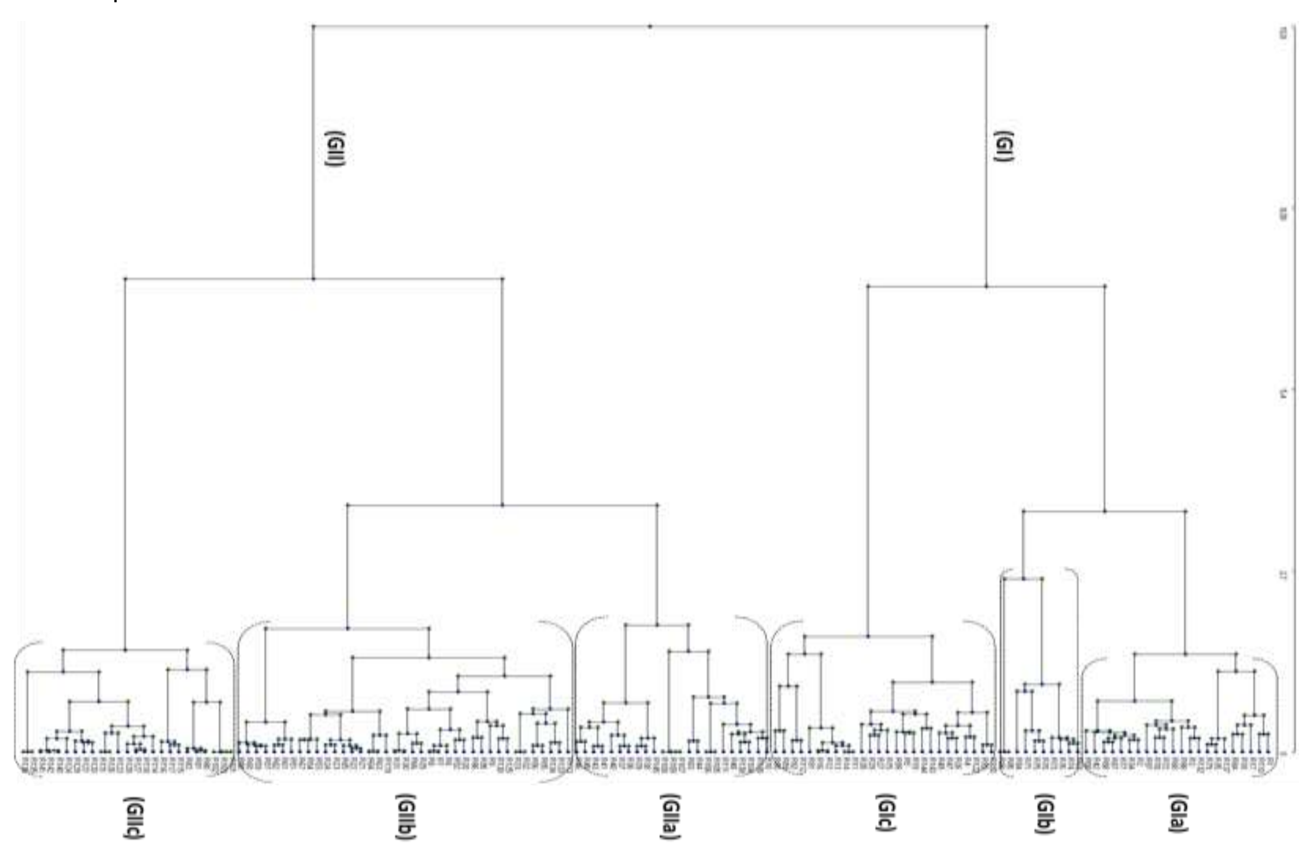


Figure 6: Classification ascendante hiérarchique des relevés

e-ISSN (Online): 2790-3230

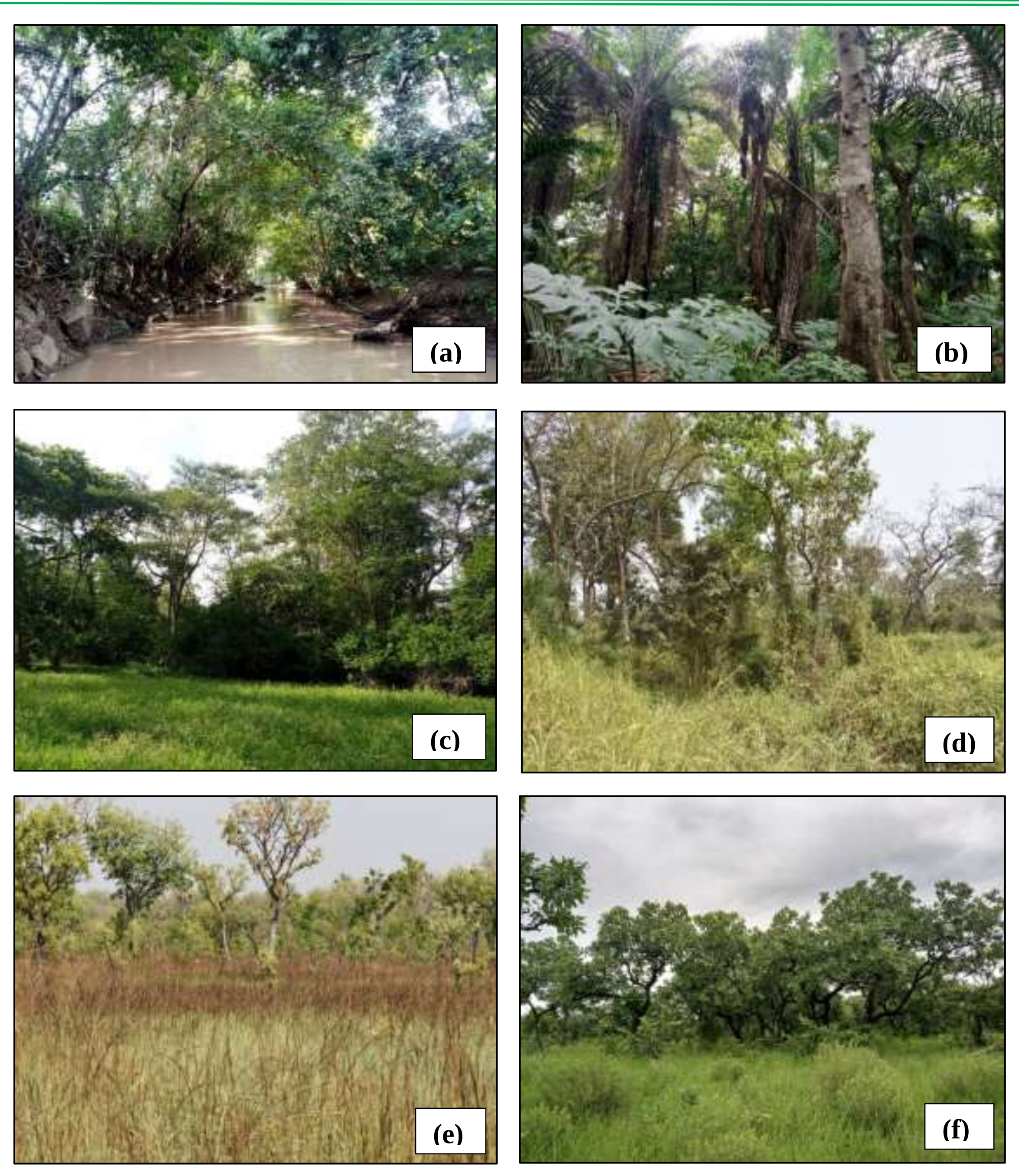


Planche 1: Diversité des zones humides

(a) Forêt galerie à *Berlinia grandiflora* , (b) Forêt galerie à *Elaeïs guineensis*, (c) En arrière-plan forêt marécageuse à *Lonchocarpus sericeus* et en avant-plan prairie inondable à *Cyperus iria* (19/01/2021 dans la Réserve d'Abdoulaye), (d) En arrière-plan forêt marécageuse à *Lonchocarpus sericeus* et en avant-plan marécage à *Echinochloa stagnina* (21/01/2021 à Moretan), (e) En arrière-plan savane arborée à *Pseudocedrella kotchyi* et en avant-plan prairie inondable à *Imperata cylindrica*, (f) Savane arborée à *Terminalia macroptera* (11/07/2021 dans la Réserve d'Abdoulaye)

Source : Auteurs



Planche 2: Diversité des zones humides (suite)

(a) Fourrée marécageuse à *Mitragyna inermis* (24/11/2019 à Affem Kabyè), (b) Plan d'eau à *Nymphaea guineensis* et *Polygonum senegalensis* (15/02/2021 à Moretan), (c) Prairie inondable à *Brachiara jubata* et *Sporobolus pyramidalis* (24/06/2021 à Tchamba), (d) Terre agricole saisonnièrement innondées (21/08/2021 à Affem Kabyè), (e) Sablière à *Ipomoea asarifolia* et *Setaria verticillata*, (f) Sablière à *Hyptis suaveolens et Sporobolus pyramidalis* (24//06/2021 à Affem Bossou)

Source : Auteurs

Tableau 3: Valeurs indicatrices des espèces caractéristiques

Tableau 4: Indices de similarité de Sorensen entre les groupements discriminés

Groupements	Formations végétales	Espèces caractéristiques	Indices de valeur d'importance (IV)
GIa	Forêts galeries ou marécageuses	*Antiaris africana*	40,91
		Elaeis guineensis	39,45
GIb	Plans d'eau (Mares ou étangs naturels)	*Abrus canescens*	66,98
		Ipomoea mauritiana	40
GIc	Plans d'eau (Barrages, mares ou étangs naturels, et retenus d'eau)	*Polygonum senegalensis*	46,15
		Leersia hexandra	32,98
GIIa	Savanes arborées ou arbustives inondables	*Pseudocedrela kotschyi*	53,79
		Terminalia avicennioides	34,53
GIIb	Terres agricoles saisonnièrement inondées, et quelques fois prairies inondables	*Ludwigia deccurens*	51,33
		Eragrostis tremula	43,59
GIIc	Prairies inondables et sablières	*Brachiara jubata*	54,29
		Sporobolus pyramidalis	49,01

	GIa	GIb	GIc	GIIa	GIIb	GIIc
GIa						
GIb	23,01					
GIc	43,39	26,85				
GIIa	39,16	17,14	35,41			
GIIb	45,37	20,11	**50,39**	**56,22**		
GIIc	16,88	10,99	32,50	37,09	37,00	

Note : En gras les valeurs de K ≥ 50%

Les indices de biodiversité calculés par groupement sont résumés dans le tableau suivant (tableau 5)

Tableau 5: indices de biodiversité

Groupements	R_g	R_o	F_c	*G/E (%)*	*H'*	*E*
GIa	186	74	2	81,72	5,58	0,74
GIb	40	9		90	3,34	0,63
GIc	109	19		86,24	4,40	0,65
GIIa	100	11		85	4,82	0,73
GIIb	149	31		84,56	5,07	0,70
GIIc	51	7		94,12	3,83	0,68

Note : R_g= Richesse globale ; R_o= Richesse originale ; F_c= Fond commun ; **G/E**= Coefficient générique ; **H'**= Indice de Shannon ; **E**= Equitabilité de Piélou.

L'analyse du tableau 5 révèle que la richesse globale (R_g) par groupement, ainsi que la richesse originale (R_o) sont plus élevées au niveau du groupement GIa (186 et 74 espèces respectivement), suivi de GIIb (149 et 31), GIc (109 et 19), GIIa (100 et 11). Les plus faibles valeurs sont observées au niveau des groupements GIb (51 et 7), et GIIc (40 et 9). Quant au coefficient générique (G/E), il est plus élevé au niveau du groupement GIIc (94,12%), suivi de GIb (90%), GIc (86,24%), GIIa (85%), GIIb (84,56), et GIa (81,72%) qui enregistre la plus faible valeur. Le fonds commun des espèces entre ces 6 groupements n'est que de 2 espèces, il s'agit d'*Elaeïs guineensis* et de *Vitex doniana.* Le groupement GIa enregistre le plus grand indice de Shannon (5,58), suivi de GIIb (5,07), GIIa (4,82), GIc (4,40), GIIc (3,83), et GIb (3,34) qui enregistre la plus faible valeur. Par ailleurs, la plus forte valeur d'équitabilité de Piélou est observée au niveau de GIa (0,74), suivi de GIIa (0,73), GIIb (0,70), GIIc (0,68), GIc (0,65), et GIb (0,63) qui enregistre la plus faible valeur.

- **Spectres biologiques et phytogéographiques**

Les spectres biologiques (figure 7) révèlent une dominance des microphanérophytes, nanophanérophytes, et mésophanérophytes au niveau du groupement GIa (formation végétale à *Antiaris africana* et *Elaeïs guineensis),* une dominance des hémicryptophytes et des nanophanérophytes au niveau du groupement GIb (formation végétale à *Abrus canescens* et *Ipomoea mauritiana),* une dominance des hydrophytes et nanophanérophytes au niveau du groupement GIc (formation végétale à *Polygonum senegalense* et *Leersia hexandra.* Quant aux groupements GIIb (formation végétale à *Ludwigia deccurens* et *Eragrostis tremula)* et GIIc (formation végétale à *Brachiara jubata* et *Sporobolus pyramidalis),* ils sont dominés par les hémicryptophytes et les thérophytes, alors que le groupement GIIa (formation végétale à *Pseudocedrella kotchyii* et *Terminalia avicennioides)* est dominé par les hémicryptophytes et les microphanérophyte.

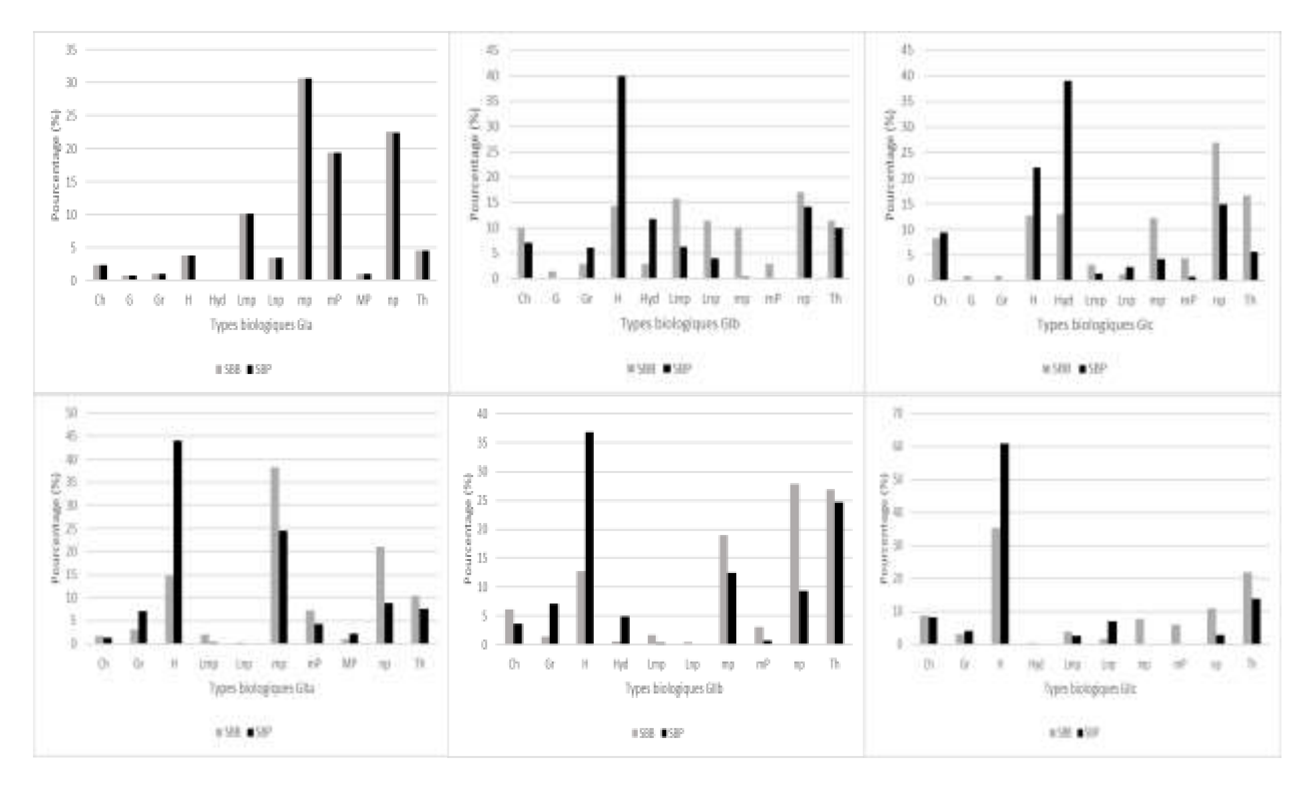


Figure 7: Spectres biologiques

N.B : SBB= Spectre biologique brut ; **SBP=** Spectre biologique pondéré

Les spectres phytogéographiques (figure 8) révèlent quant à eux une dominance des espèces essentiellement à distribution Guinéo-congolais-Soudano-zambézien (GC-SZ) dans tous les groupements. Néanmoins on note une proportion non négligeable des espèces à distribution Guinéo-Congolais (GC) au niveau des groupements GIa et GIb, et des espèces à distribution Soudano-Zambésien (SZ) au niveau des groupements GIIa et GIIb.

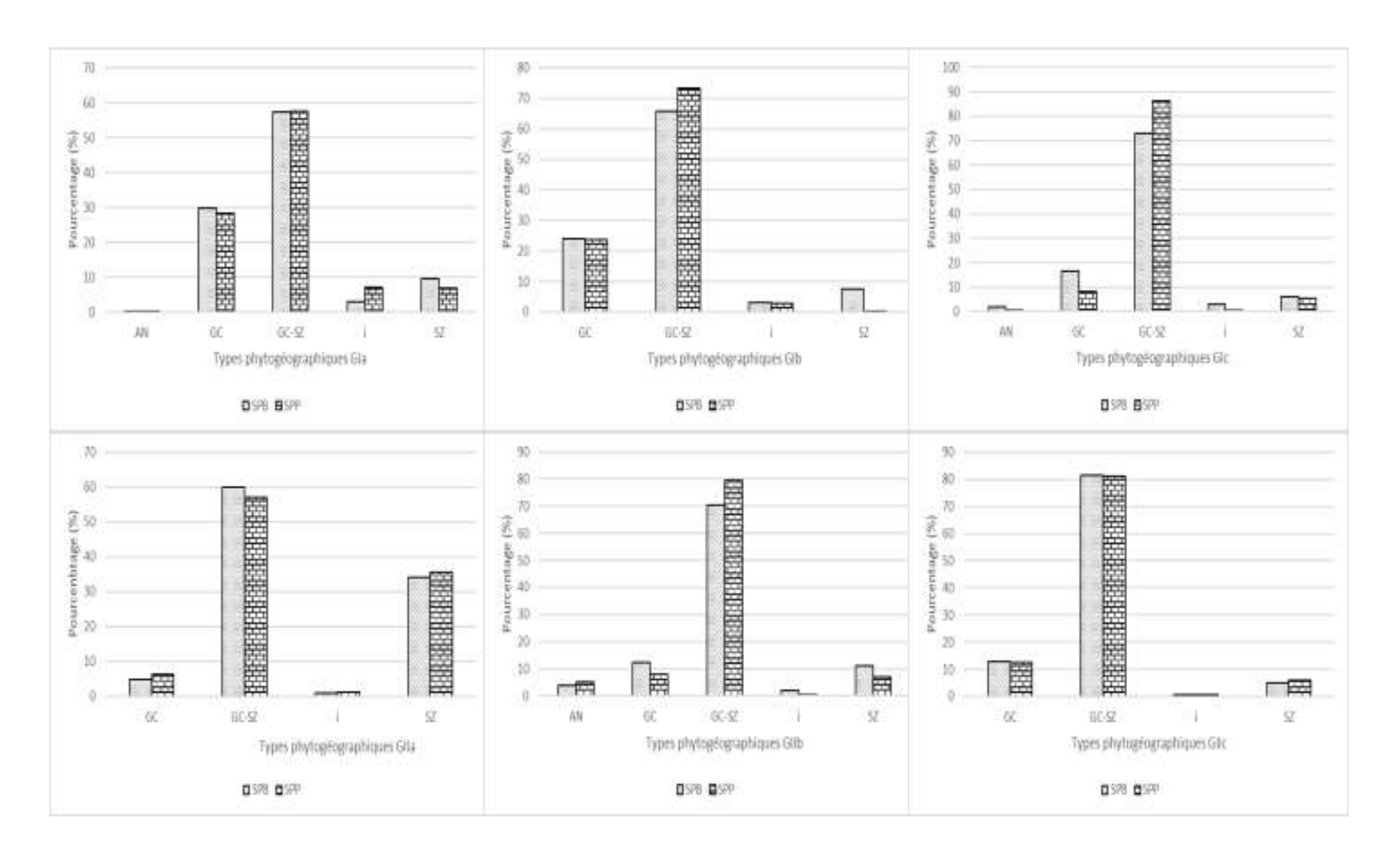


Figure 8: Spectres phytogéographiques

N.B : SPB= Spectre phytogéographique brut ; **SPP=** Spectre phytogéographique pondéré

❖ **Structures dendrométriques**

Les structures horizontales des 3 groupements boisés présentent toutes une allure en ''L'' (figure 9) qui traduit une prédominance des individus jeunes, notamment les individus appartenant aux classes de diamètre de 10-20 cm, et 20-30 cm.

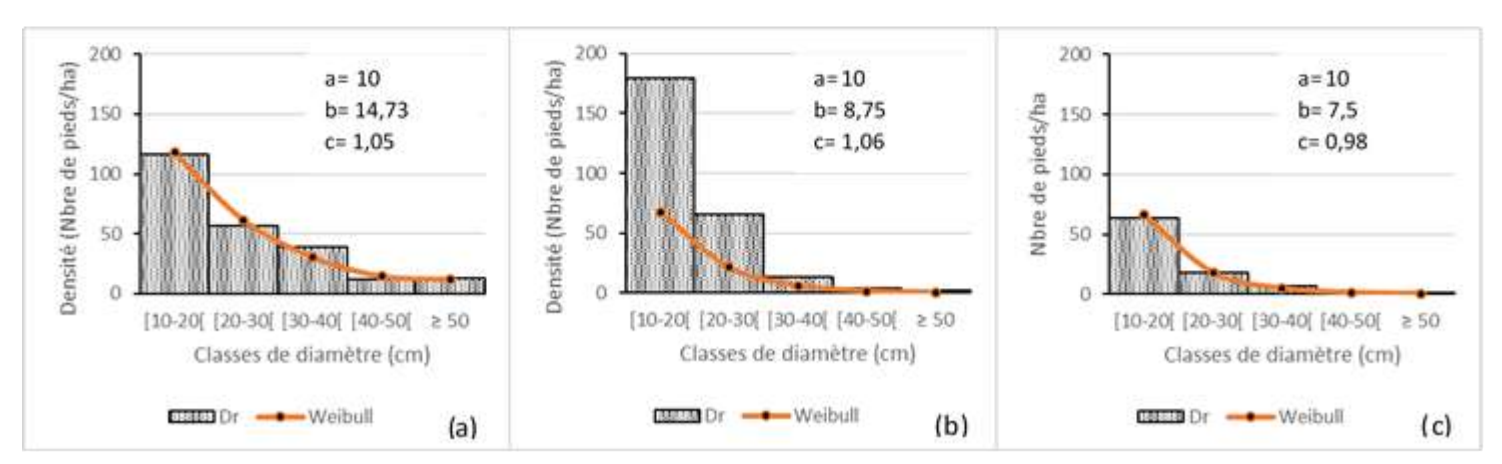


Figure 9: Structures horizontales des groupements

Quant à la structure verticale (figure 10), elle révèle une allure en cloche au niveau des 3 groupements boisés, une allure traduisant une prédominance des individus de hauteur moyenne en général, avec une absence totale de certaines classes de hauteur des individus jeunes de 2-4 m (au niveau de GIIb), et de 4-6 m au niveau du GIa en plus de la classe de 2-4 m.

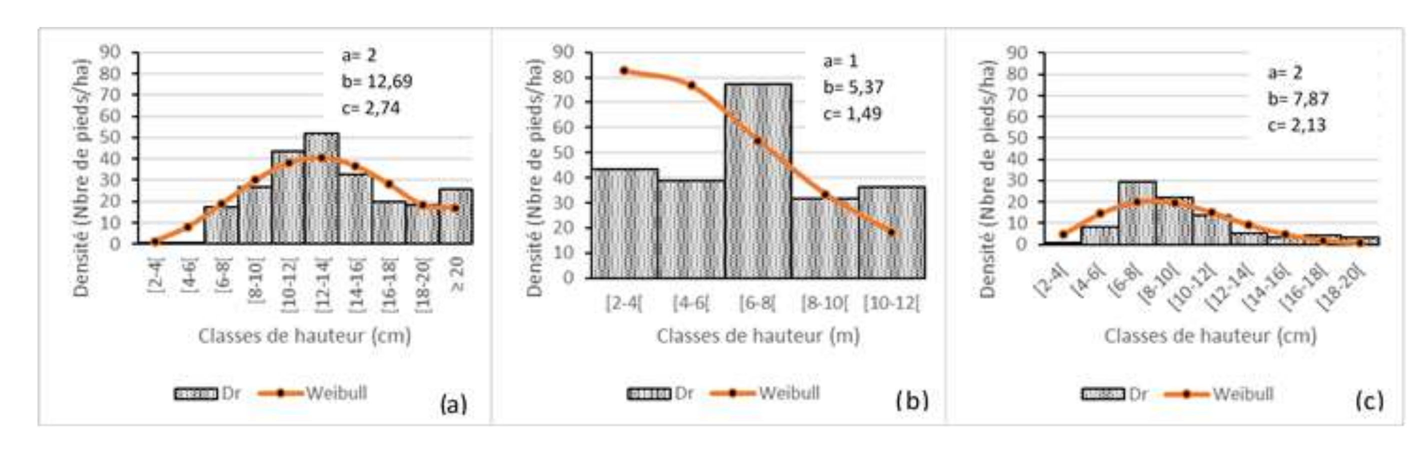


Figure 10: Structures verticales des groupements

- **Paramètres structuraux**

Les paramètres structuraux calculés au niveau des 3 groupements boisés (tableau 6) révèlent que le groupement GIa (forêts galeries/marécageuses) présente les plus grandes valeurs de diamètre moyen (27,95 cm), de hauteur moyenne (16,56 m), et de surface terrière (139,17 m^2/ha), suivi du groupement GIIa (savanes arborées ou arbustives inondables) (20,17 cm ; 12,25 m ; et 29,75 m^2/ha respectivement), et du groupement GIIb (terres agricoles saisonnièrement inondées) (19,39 cm ; 11,01 m ; 20,2m^2/ha respectivement). Toutefois, la plus grande densité est observée au niveau des savanes arborées ou arbustives inondables (265,91 pieds/ha), suivi des forêts galeries/marécageuses (237,5 pieds/ha), et les terres agricoles saisonnièrement inondées qui présentent la plus faible densité (90,05 pieds/ha).

Tableau 6: Paramètres structuraux des groupements boisés

Groupements	Dm (cm)	HL (m)	G(m² /ha)	Densité(no/ha)
GIa	27,95	16,56	139,17	237,5
GIIa	20,17	12,25	29,75	265,91
GIIb	19,39	11,01	20,2	90,05

Note : **Dm=** Diamètre moyen, **HL=** Hauteur de Laurey ; **G=** Surface terrière

La figure 11 présente la densité de régénération (figure 11a), ainsi que les taux de régénération et de recrutement (figure 11b) par groupements végétaux.

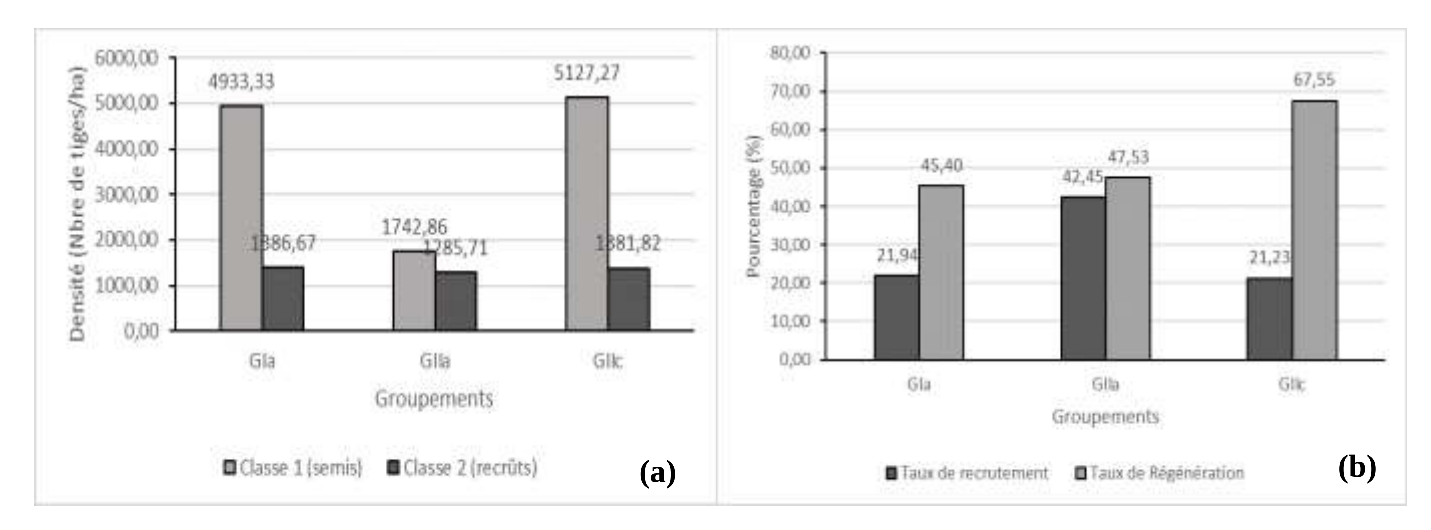


Figure 11: Densité de régénération (a), taux de régénération et de recrutement (b)

L'analyse de ces figures révèle que la densité de la régénération est plus élevée au niveau du groupement GIIb (terres agricoles saisonnièrement inondées/prairies inondables) (5127,27 tiges/ha) et du groupement GIa (forêts galeries/marécageuses) (4933,33 tiges/ha) qu'au niveau du groupement GIIa (savanes arborées ou arbustives inondables) (1742,86 tiges/ha). Par ailleurs, si on note un fort taux de régénération au niveau des terres agricoles saisonnièrement inondées/prairies inondables (67,55 %) par rapport aux autres formations végétales, on constate que le taux de recrutement y est faible. En effet, seuls 21,23 % de semis (classe1) arrivent au stade recrût (classe 2), tandis que les savanes arborées ou arbustives inondables présentent le plus grand taux de recrutement (42,45%), contre un taux de 21,94 % et de 21,23 % respectivement pour les forêts galeries/marécageuses et les terres agricoles saisonnièrement inondées/prairies inondables.

4. Discussions

- Diversité biologique et facteurs écologiques

e-ISSN (Online): 2790-3230

La flore des zones humides de la plaine de l'Ogou est assez diversifiée et mérite à ce titre d'être préservée. Par ailleurs, la présence de *Chromolaena odorata* au second rang en terme de fréquence indique que beaucoup d'écosystèmes des zones humides de la plaine de l'Ogou sont plus ou moins envahis par cette espèce opportuniste qui peut réduire la biodiversité de la zone par le biais de la forte concurrence qu'elle peut exercer sur les autres espèces (Aboh *et al.*, 2012; Djego & Sinsin, 2005; Gbètoho *et al.*, 2018; Maroun, 2017; Vanpeene-Bruhier *et al.*, 1998). Des actions doivent donc être menées de façon à réduire significativement cette tendance (Maroun, 2017). D'autre part, cette importante colonisation des écosystèmes par cette espèce indique aussi une forte perturbation exercée sur ces derniers par les activités anthropiques telles que l'agriculture itinérante sur brûlis, la carbonisation, les feux de végétation, l'exploitation du bois d'œuvre, et le pâturage local ou la transhumance (Kombate *et al.*, 2020).

Par ailleurs, la répartition spatiale de cette biodiversité est régie par 6 principaux facteurs dont 4 facteurs abiotiques (topographie, texture du sol, connectivité, submersion) et 2 facteurs anthropiques (accessibilité et anthropisation). C'est dire qu'en dehors des facteurs naturels, les activités anthropiques menées par les populations riveraines impactent aussi de façon importante la distribution spatiale de cette biodiversité par le biais des modifications anthropiques des biotopes, d'où l'importance d'une régulation ingénieuse et concertée des activités anthropiques qui s'y déroulent. Les valeurs de l'indice de similarité de Sorensen ont révélé l'indépendance floristique de 3 des 6 groupements discriminés (GIa, GIb, GIIc), et la similarité des 3 autres (GIc, GIIa, GIIb). En effet, la similarité entre le GIc (mares, étangs naturels, barrages/retenus d'eau à *Polygonum senegalensis* et *Leersia hexandra*) et le GIIb (terres agricoles saisonnièrement inondées et prairies inondables à *Ludwigia deccurens* et *Eragrostis tremula*) est révélatrice de la similarité des conditions écologiques dans lesquelles se développent les 2 groupements floristiques, d'autant plus que ces terres agricoles sont généralement localisées à proximité de ces points d'eau qui permettent de les irriguer. Quant à la similarité entre les terres agricoles saisonnièrement inondées (GIIb) et les savanes arborées ou arbustives inondables à *Pseudocedrela kotschyi* et *Terminalia avicennioides* (GIIa), elle est non seulement indicatrice de la similarité des conditions écologiques dans lesquelles évoluent ces groupements floristiques, mais aussi la preuve d'une transgression du front agricole sur les savanes arborées ou arbustives inondables dont les terres agricoles ont ainsi hérité d'un certain nombre d'espèces épargnées par le défrichage. Ces similarités rendent ainsi compte dans une certaine mesure de la dynamique d'occupation du sol des zones humides du milieu étudié. Par ailleurs, la richesse spécifique plus élevée au niveau des terres agricoles saisonnièrement inondées par rapport aux deux autres groupements avec lesquels elles partagent une similarité floristique s'explique par le fait qu'en plus du fonds commun d'espèces qu'elles partagent avec ces groupements, les terres agricoles bénéficient également non seulement de l'introduction d'autres espèces par les agriculteurs, mais aussi de nouvelles niches écologiques nées suite aux activités anthropiques favorables à l'installation d'autres espèces plus adaptées à ces nouvelles conditions écologiques.

Quant à l'analyse de la richesse spécifique, elle rend compte, non seulement, d'une inégale répartition du nombre d'espèces par groupement, mais aussi de l'existence d'une originalité floristique au niveau des différents groupements. En effet, les forêts galeries ou marécageuses se révèlent être de loin les plus diversifiées à l'échelle spécifique (186 espèces). Cette richesse spécifique peut s'expliquer par une plus grande diversité des niches écologiques qu'offre ce genre d'habitat aux formations végétales comme le corrobore d'ailleurs son coefficient générique qui est le plus bas des groupements discriminés (81,72%), soit 1,22 espèces/genre en moyenne. Quant aux faibles richesses spécifiques des mares et étangs naturels, ainsi que des prairies inondables et sablières, elles peuvent s'expliquer par une relative homogénéité des conditions écologiques offertes par ces habitats, ainsi que le témoignent leurs coefficients génériques très élevés (90 et 94,12%, soient 1,11 et 1,06 espèces/genre respectivement), mais aussi par leur faible représentativité spatiale, d'autant plus qu'une plus grande surface offre plus de chance d'occurrence des espèces (Jaccard, 1929). Les indices de Shannon varient de 3,34 à 5,58, avec des valeurs d'équitabilité de Piélou allant de 0,63 à 0,74. Ces résultats indiquent que ces groupements

floristiques regorgent d'une diversité floristique non négligeable marquée par une répartition plus ou moins équitable des abondances entre les espèces. Il faut noter aussi que tous ces groupements floristiques partagent en commun 2 espèces qui se révèlent ainsi ubiquistes aux zones humides de la zone étudiée. Il s'agit de *Vitex doniana* et *Elaeïs guineensis*. Par ailleurs, le nombre d'espèces originales par groupement n'est pas négligeable, il varie de 7 à 74, et implique qu'une attention particulière soit portée sur les écosystèmes abritant ces espèces qui leur sont particulièrement inféodées. La physionomie des diverses formations végétales étant la résultante de la combinaison des types biologiques qui s'opère au niveau de chaque groupement, il ressort de façon générale que les microphanérophytes, les nanophanérophytes, et les mésophanérophytes sont les types biologiques les plus adaptés aux forêts galeries ou marécageuses, ainsi qu'aux savanes arborées ou arbustives inondables de la zone étudiée, tandis que les hémicryptophytes et les hydrophytes sont parfaitement adaptées aux mares ou étangs naturels, aux barrages et retenus d'eau, ainsi qu'aux prairies inondables. Quant aux thérophytes, ils sont parfaitement adaptés aux terres agricoles saisonnièrement inondées et aux sablières. Ces différentes combinaisons s'expliquent par la capacité différentielle de ces types biologiques à pouvoir se développer dans leurs milieux de vie respectifs. En effet, les microphanérophytes, les nanophanérophytes, et les mésophanérophytes sont plus à même de croître dans un milieu dont le degré de submersion est moindre, tandis que les hémicryptophytes et les hydrophytes sont généralement dotés de la capacité de croître dans des milieux ayant un degré de submersion plus élevé grâce à leurs appareils végétatifs hydrodynamiques et parfaitement adaptés aux milieux généralement moins oxygénés que sont les zones humides permanemment submergées. Quant aux thérophytes, ils sont plus à même de croître dans des zones fortement anthropisées grâce à leur cycle de vie généralement court et leur grande capacité de régénération et de dissémination qui leur permet de vivre dans un environnement souvent perturbé par les activités anthropiques telles que l'agriculture, l'élevage, et les feux de brousse. L'analyse des types phytogéographiques révèle quant à elle que les zones humides de la plaine de l'Ogou hébergent essentiellement des espèces caractéristiques de la zone de transition écologique Guinéo-congolais-Soudano-zambézienne, et dans une moindre mesure des espèces caractéristiques des zones phytogéographiques Guinéo-Congolais plus adaptées aux zones marquées par une humidité plus élevée d'une part, et Soudano-Zambézien adaptées aux zones temporairement humide d'autre part.

- Structures démographiques et paramètres dendrométriques

Les structures dendrométriques des formations végétales humides boisées révèlent de façon générale que les forêts galeries ou marécageuses présentent de loin les plus grandes valeurs de paramètres dendrométriques, suivies des savanes arborées ou arbustives inondables, sans doute à cause d'une plus faible anthropisation de ces écosystèmes comparés aux terres agricoles saisonnièrement inondées où les paramètres dendrométriques présentent de faibles valeurs. Les structures horizontales et verticales respectivement en ''L'' et en cloche, avec de faibles densités et absence de certaines classes révèlent globalement que ces formations boisées sont fortement anthropisées (coupes sélectifs pour le bois-énergie et le bois d'œuvre, défrichage, feux), avec toutefois une bonne régénération.

Par ailleurs, le plus fort taux de régénération observé au niveau des terres agricoles saisonnièrement inondées s'explique par une forte pression anthropique, notamment les coupes de bois, le défrichage, et les feux, qui y stimulent fortement la régénération, sans toutefois favoriser le recrutement des ligneux, comme l'illustre si bien le faible taux de recrutement qui y est observé. Quant au faible taux de recrutement au niveau des forêts galeries/marécageuses, il peut s'expliquer par un couvert végétal fermé qui ne permet pas à la régénération d'avoir un bon accès à la lumière, un facteur très important pour la croissance des semis.

5. Conclusions

Il ressort de ces travaux que les zones humides de la plaine de l'Ogou hébergent une biodiversité non négligeable, avec des originalités floristiques qui méritent une attention particulière pour le maintien de l'équilibre écologique de ces écosystèmes à la fois fragiles et prolifiques. Par ailleurs, il ressort que 6 groupements floristiques s'individualisent grâce à une association de différents types biologiques bien adaptés aux diverses conditions écologiques qu'offrent ces écosystèmes. Ces individualisations floristiques s'expliquent essentiellement par 4 facteurs abiotiques (submersion, texture du sol, topographie, connectivité aux cours d'eau) et 2 facteurs anthropiques (accessibilité, anthropisation). Par ailleurs, il ressort que les espèces inféodées à ces zones humides sont essentiellement caractéristiques de la zone de transition Guinéo-congolais-Soudano-zambézienne, et dans une moindre mesure des zones Guinéo-congolais et Soudano-zambéziennes. Les structures dendrométriques et les faibles valeurs de paramètres dendrométriques révèlent des formations boisées fortement anthropisées, avec néanmoins une bonne régénération qui peut reconstituer les peuplements si des mesures adéquates venaient à être prises pour une gestion durable de ces écosystèmes. Au nombre de ces mesures, une gestion intégrée de ces écosystèmes avec la prise en compte des aspects environnementaux, socio-culturels, et économiques serait opportune.

Remerciements

Ce travail a été réalisé au Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale de l'Université de Lomé. Nous témoignons notre reconnaissance à ce Laboratoire pour son soutien technique et humain, notamment en termes de collecte et de traitement de données, ainsi que les conseils utiles dont nous avons bénéficié. Nous remercions aussi les évaluateurs anonymes de ce travail pour leur contribution au perfectionnement de ce travail.

Références

Aboh, A. B., Babatounde, S., Oumorou, M., Houinato, M., & Sinsin, B. (2012). Valeur pastorale des parcours naturels en zone soudano-guinéenne et stratégie paysanne d'adaptation aux effets de leur invasion par Chromolaena odorata au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences, 6*(4), 1633-1646.

Adjonou, K., Bindaoudou, I. A.-K., Idohou, R., Salako, V., Glele-Kakaï, R., & Kokou, K. (2019). *Suivi satellitaire de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation des terres dans la réserve de biosphère transfrontière du Mono entre le Togo et le Bénin de 1986 à 2015*.

Adjonou, K., Djiwa, O., Kombate, Y., Kokutse, A. D., & Kokou, K. (2010). Etude de la dynamique spatiale et structure des forêts denses sèches reliques du Togo: implications pour une gestion durable des aires protégées. *International Journal of Biological and Chemical Sciences, 4*(1).

Afidégnon, D. (1999). Les mangroves et les formations associées du Sud-Est du Togo: Analyse éco-floristique et cartographie par télédétection spatiale. *Th. doct., Univ. Bénin (Togo)*.

Aimée, D., Sambou, H., Diop, C., Ntiranyibagira, E., Dacosta, H., & Sambou, B. (2018). Dynamique d'occupation du sol des zones humides urbanisées de Dakar (Sénégal) de 1942 à 2014. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement, 18*(1).

Akpagana, K., & Bouehet, P. (1994). Etat actuel des connaissances sur la flore et la végétation du Togo. *Acta botanica gallica, 141*(3), 367-372.

Amegnaglo, K. B., Dourma, M., Akpavi, S., Akodewou, A., Wala, K., Diwediga, B., . . . Akpagana, K. (2018). Caractérisation des formations végétales pâturées de la zone guinéenne du Togo: typologie, évaluation de la biomasse, diversité, valeur fourragère et régénération. *International Journal of Biological and Chemical Sciences, 12*(5), 2065-2084.

Baaziz, N., Mayache, B., Saheb, M., Bensaci, E., Ounissi, M., Metallaoui, S., & Houhamdi, M. (2011). Statut phénologique et reproduction des peuplements d'oiseaux d'eau dans l'éco-complexe de zones humides de Sétif (Hauts plateaux, Est de l'Algérie). *Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat, 32*(2), 77-87.

Badjana, H., Batawila, K., Wala, K., & Akpagana, K. (2011). Evolution des paramètres climatiques dans la plaine de l'Oti (Nord-Togo): analyse statistique, perceptions locales et mesures endogènes d'adaptation. *African Sociological Review/Revue Africaine de Sociologie*, 77-95.

Bouleknafet, Z., & Derradji, E.-F. (2017). Hydrogéologie et vulnérabilité à la pollution des

e-ISSN (Online): 2790-3230

ressources en eau dans la plaine du kebir ouest. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie, 34*(1), 85-94.

Braun-Blanquet, J. (1932). Plant sociology. The study of plant communities. *Plant sociology. The study of plant communities. First ed.*

Brunel, J.-F., Hiepko, P., & Scholz, H. (1984). Flore analytique du Togo: phanérogames. *Englera*, 3-751.

Dimobe, K., Wala, K., Batawila, K., Dourma, M., Woegan, Y. A., & Akpagana, K. (2012). Analyse spatiale des différentes formes de pressions anthropiques dans la réserve de faune de l'Oti-Mandouri (Togo). *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*(Hors-série 14).

Diwediga, B., Agodzo, S., Wala, K., & Le, Q. B. (2017). Assessment of multifunctional landscapes dynamics in the mountainous basin of the Mo River (Togo, West Africa). *Journal of Geographical Sciences, 27*(5), 579-605.

Diwediga, B., Batawila, K., Wala, K., Hounkpè, K., Gbogbo, A. K., Akpavi, S., . . . Akpagana, K. (2012). Exploitation agricole des berges: une stratégie d'adaptation aux changements climatiques destructrice des forêts galleries dans la plaine de l'Oti. *African Sociological Review/Revue Africaine de Sociologie, 16*(1), 77-99.

Djego, J., & Sinsin, B. (2005). Modifications climatiques du sous-bois induites par les plantations d'essences exotiques: quel impact sur la diversité floristique locale. *Ann. Agr. Sci, 14*(2).

Dournel, S., & Sajaloli, B. (2012). Les milieux fluviaux et humides en ville, du déni à la reconnaissance de paysages urbains historiques. *Urban History Review / Revue d'histoire urbaine, 41*(1), 5-21. doi: https://doi.org/10.7202/1013761ar

Dufrêne, M., & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs, 67*(3), 345-366.

Duvail, S., Mietton, M., & Gourbesville, P. (2001). Gestion de l'eau et interactions société-nature Le cas du delta du Sénégal en rive mauritanienne. *Natures Sciences Sociétés, 9*(2), 5-16.

Ern, H. (1979). Die Vegetation Togos. Gliederung, Gefährdung, Erhaltung. *Willdenowia*, 295-312.

Folega, F., Zhao, X., Batawila, K., Zhang, C., Huang, H., Dimobe, K., . . . Akpagana, K. (2012). Quick numerical assessment of plant communities and land use change of Oti prefecture protected areas (North Togo). *African Journal of Agricultural Research, 7*(6), 1011-1022.

Fousseni, F., Andrianamenoso, R., Kperkouma, W., Agbelessessi, W., Madjouma, K., Hodabalo, P., . . . Koffi, A. (2017). Écologie et dynamique spatio-temporelle des mangroves au Togo. *[VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement, 17*(3).

Gautam, V. K., Gaurav, P. K., Murugan, P., & Annadurai, M. (2015). Assessment of surface water Dynamicsin Bangalore using WRI, NDWI, MNDWI, supervised classification and KT transformation. *Aquatic Procedia, 4*, 739-746.

Gbètoho, A. J., Kingbo, A., Kiki, P. B., Gnanguènon-Guéssè, D., Aoudji, A. K., Koura, K., . . . Ganglo, J. C. (2018). Impacts of Chromolaena odorata on native trees' regeneration in the Lama secondary forests in Benin, West Africa. *Bois et Forêts des Tropiques*(338), 5-14.

Ghrabi-Gammar, Z., Daoud-Bouattour, A., Ferchichi, H., Gammar, A. M., Muller, S. D. R., Laïla, & Semia, B. S.-L. (2009). Flore vasculaire rare, endémique et menacée des zones humides de Tunisie. *Revue d'écologie*.

Guyot, M., Roussel, B., & Akpagana, K. (1994). La végétation des zones inondees de sud du Togo et son etat actuel sous l'emprise humaine.

Hounto, G., Mouzoun, S., & Yabi, I. (2019). Implications socio-environnementales de la dynamique d'occupation du sol des zones humides du site RAMSAR 1017, Sud-Ouest du Bénin. *Afrique SCIENCE, 15*(4), 317-329.

Hutchinson, J., & Dalziel, J. M. (1958). Flora of west tropical Africa. *Flora of West Tropical Africa. The British West African Colonies, British Cameroons, the French and Portuguese Colonies south of the Tropic of Cancer to Lake Chad, and Fernando Po., 1*(Part II).

Jaccard, P. (1929). Considerations sur le coefficient générique et sa signification floristique et phytosociologique. *Bulletin de la Société Botanique de France, 76*(1), 47-66.

Kent, M., & Coker, P. (1992). Vegetation description and analysis: a pratical approach. John Wiley & Sons, England, 363 p.

Kombate, B., Marra, D., Folega, F., Woegan, A. Y., Kpérkouma, W., & Akpagana, K. (2020). Diversité floristique et caractérisation structurale des formations boisées du domaine Soudano-Guinéen au Centre du Togo. *Afrique SCIENCE, 17*(6), 29-43.

Kouame, M. (2009). Ordination et classificcation de la vegetation des zones humides du Sud-Est de la côte D'Ivoire. *Agronomie Africaine, 21*(1).

Lévêque, A. (1979). *Carte pédologique du Togo à 1/200.000: socle granito-gneissique limité à l'Ouest et au Nord par les Monts Togo*.

Looman, J., & Campbell, J. (1960). Adaptation of Sorensen's K (1948) for estimating unit affinities in prairie vegetation. *Ecology, 41*(3), 409-416.

Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*: Princeton university press.

Maroun, L. (2017). Étude de la perception des mauvaises herbes et des espèces végétales exotiques par la population des milieux agricoles en Côte d'Ivoire, l'exemple de Chromolaena Odorata.

McCune, B., Grace, J. B., & Urban, D. L. (2002). *Analysis of ecological communities* (Vol. 28): MjM software design Gleneden Beach, OR.

MERF. (2017). *Plan de gestion intégrée des zones humides de l'aval du bassin du Mono et de la bande côtière connexe*.

Ndao, M. (2012). *Dynamiques et gestion environnementales de 1970 à 2010 des zones humides au Sénégal: étude de l'occupation du sol par télédétection des Niayes avec Djiddah Thiaroye Kao (à Dakar), Mboro (à Thiès et Saint-Louis).*

Pereki, H., Wala, K., Thiel-Clemen, T., Bessike, M. P. B., Zida, M., Dourma, M., . . . Akpagana, K. (2013). Woody species diversity and important value indices in dense dry forests in Abdoulaye Wildlife Reserve (Togo, West Africa). *International Journal of Biodiversity and Conservation, 5*(6), 358-366.

Polo-Akpisso, A., Folega, F., Soulemane, O., Atakpama, W., Coulibaly, M., Wala, K., . . . Yao, T. (2018). Habitat biophysical and spatial patterns assessment within Oti-Keran-Mandouri protected area network in Togo. *International Journal of Biodiversity and Conservation, 10*(5), 214-229.

Polo-Akpisso, A., Wala, K., Soulemane, O., Foléga, F., Akpagana, K., & Tano, Y. (2019). Assessment of Habitat Change Processes within theOti-Keran-Mandouri Network of Protected Areas in Togo (West Africa) from 1987 to 2013 Using Decision Tree Analysis. *Sci, 1*(1), 9.

Ranarijaona, H. L. T. (2007). Concept de modèle écologique pour la zone humide Alaotra. *Madagascar Conservation & Development, 2*(1).

Raunkiaer, C. (1934). The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer. *The life forms of plants and statistical plant geography; being the collected papers of C. Raunkiaer.*

Sorensen, T. A. (1948). A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biol. Skar., 5*, 1-34.

Thiombiano, A., Glele Kakaï, R., Bayen, P., Boussim, J., & Mahamane, A. (2016). Méthodes et dispositifs d'inventaires forestiers en Afrique de l'Ouest: état des lieux et propositions pour une harmonisation. *Annales des Sciences Agronomiques, 20*, 15-31.

Vanpeene-Bruhier, S., Moyne, M.-L., & Brun, J.-J. (1998). La richesse spécifique: un outil pour la prise en compte de la biodiversité dans la gestion de l'espace. *Ingénieries-EAT, 15*, 47-59.

Ward Jr, J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American statistical association, 58*(301), 236-244.

White, F. (1986). La végétation de l'Afrique.